

# МАГНИТОСТРИКЦИЯ И ДЕМПФИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЭКОНОМНО-ЛЕГИРОВАННЫХ СПЛАВОВ ЖЕЛЕЗА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ ХРОМА

*Карпов А.А.*

*Руководитель — профессор, д.т.н. Скворцов А. И.*

ВятГУ, г. Киров, karpov.kirov@gmail.com

Влияние хрома в сплавах Fe с содержанием 1%V рассмотрено в двух интервалах: 4–8%Cr и 8–10%Cr, в первом из которых хром мало влияет на внутреннее трение и неоднозначно воздействует на магнитострикцию насыщения. Во втором интервале наблюдается обратнопропорциональная зависимость между магнитострикцией насыщения и внутренним трением.

Магнитострикционные материалы используются в ультразвуковой и гидроакустической аппаратуре для изготовления излучателей, ультразвуковых преобразователей энергии, линий задержки в электрических цепях и электромеханических фильтров, находят свое применение в вибрационных методах интенсификации технологических процессов, позволяя улучшить качество конечной продукции и повысить производительность оборудования.

Применение каждого магнитострикционного сплава определяется комплексом магнитных и механических свойств, а также его сохранением во всем интервале рабочих температур.

Учитывая то, что Cr повышает коррозионную стойкость сплавов Fe, а также может улучшать некоторые физические свойства, представляет интерес изучение влияния Cr на физические свойства сплавов Fe с V.

Исследовались физические свойства экономно-легированных сплавов железа: V  $\approx$  1 % (здесь и далее % – массовые), содержание Cr – в интервале 4–10 %. Слитки подвергали ковке с последующей прокаткой на прутки сечением (мм) 11×11. Из прутков вытачивали образцы, которые затем отжигали при 600 °С (низкотемпературный отжиг) и (или) 1000 °С (высокотемпературный отжиг) в вакуумной печи.

Амплитудную зависимость внутреннего трения измеряли на установке типа крутильный маятник на образцах с размерами рабочей части: диаметр – 5 мм, длина – 30 мм. В качестве характеристики внутреннего трения использовали логарифмический декремент, определяемый по формуле

$$\delta = \ln(A_i/A_{i+1}),$$

где A – амплитуда крутильных колебаний. В качестве параметра внутреннего трения (характеристики демпфирующей способности) использовали максимум логарифмического декремента на его амплитудной зависимости  $\delta_m$ .

Коэрцитивную силу  $H_c$  измеряли на феррозондовом магнитометре с использованием поля намагничивания напряженностью 1,2 кА/см. Магнито-

стрикцию насыщения  $\lambda_s$  определяли при напряженности магнитного поля 0,6 кА/см, т.к. результаты предварительных исследований показали, что насыщение магнитострикции в исследуемых сплавах происходит при напряженности магнитного поля 0,3 кА/см.

Уровень зависимости коэрцитивной силы от содержания Cr после высокотемпературного отжига существенно ниже по сравнению с низкотемпературным отжигом (рис. 1 а). Это свидетельствует о более низкой степени искаженности кристаллической структуры после высокотемпературного отжига. Для обоих температур отжига характерен минимум при содержании Cr около 6 %.

О структурной обусловленности магнитострикции насыщения свидетельствует различный уровень ее зависимости от содержания Cr в сплавах для низко- и высокотемпературного отжигов за одним исключением, соответствующим содержанию Cr около 6 %, (рис. 1 б). Необходимо отметить, что магнитострикция насыщения сплава Fe–4%Cr–1%V после высокотемпературного отжига близка к магнитострикции насыщения таких известных магнитострикционных материалов, как алферы, никель, керамические ферриты.

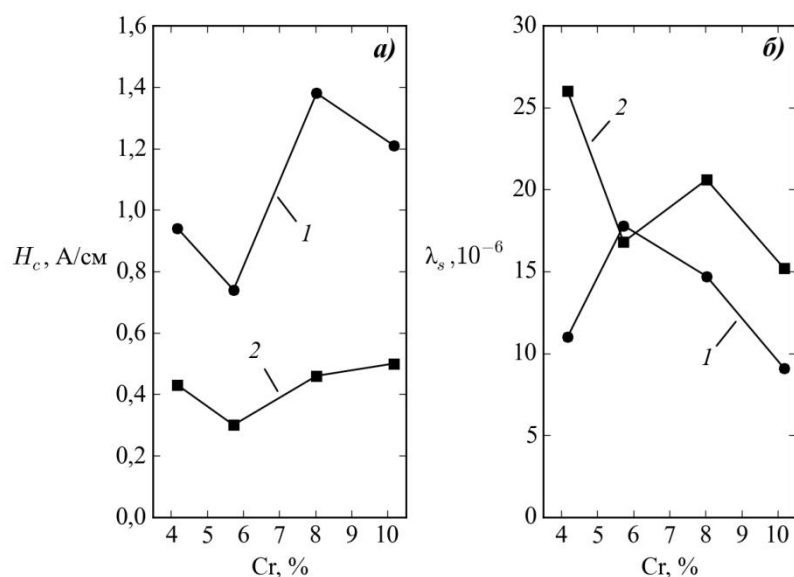


Рис. 1. Влияние содержания Cr в сплавах Fe–1%V, отожженных при 600 °C (1) и 1000 °C (2), на коэрцитивную силу (а) и магнитострикцию насыщения (б)

Из рис. 2 видны, во-первых, более высокий уровень демпфирующей способности сплавов после высокотемпературного отжига, что обусловлено, как и для более низкого уровня коэрцитивной силы, более низкой степенью искаженности кристаллической структуры, и, во-вторых, существенный рост демпфирующей способности при повышении содержания Cr в сплаве в интервале 8–10 %.

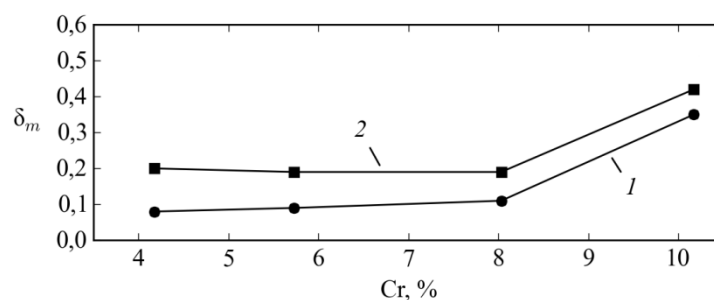


Рис. 2. Влияние содержания Cr в сплавах Fe-1%V на логарифмический декремент. Сплавы отожжены при 600 °C (1) и 1000 °C (2)

**Обобщения.** Повышение содержания хрома в интервале от 4 до 8 % в сплавах Fe с содержанием 1%V, мало меняя внутреннее трение, обусловленное, в основном, магнито-механической природой, неоднозначно воздействует на магнитострикцию насыщения. При содержании Cr в интервале 8–10% магнитострикция насыщения обратно-пропорциональна внутреннему трению после низкотемпературного и высокотемпературного отжига.